Zur Glycogenbildung in der Leber

von

C. Dähnhardt,
Dr. med.

In Virchow's Archiv, Band 11 vom Jahr 1857, in welchem Hensen seine mit Claude Bernard gleichzeitig gemachte Entdeckung des Glycogens veröffentlicht, sagt derselbe, nachdem er das Glycogen beschrieben: „Ausser dieser löslichen Substanz findet sich noch eine unlösliche, Zucker bildende Substanz in der Leber. Dies findet sich leicht an solchen Lebern, welche gar kein lösliches Glycogen enthalten; denn durch Speichel und kochende Salzsäure kann man aus ihnen Zucker erhalten.“

Diesem Verhalten der Lebersubstanz scheint später niemals weiter nachgeforscht zu sein. Die einzige Notiz, welche ich darüber habe entdecken können, findet sich im Lehrbuch der physiologischen Chemie von Gorup-Besanez, welcher nur bemerkt, dass die Existenz eines in Wasser unlöslichen Zucker bildenden Körpers als nicht chemisch erwiesen zu betrachten sei.

Zugegeben, dass die Angabe wie sie Hensen gemacht nicht genügen konnte, so erscheint es doch auffällig, dass man auf diesen Punkt durchaus nicht weiter eingegangen ist. Bestätigte sich die Angabe Hensen's, so war dieses Verhalten der Leber ein interessantes, ja man durfte vielleicht hoffen, dadurch auf chemischem Wege der Bildung des Glycogens näher zu kommen: man konnte in diesem fraglichen Körper eine Vorstufe des Glycogens vermuthen. Aus solchen Gesichtspunkten nahm ich, aufgefordert von Professor Hensen, die Sache wieder in die Hand. Zuerst galt es natürlich, das oben von ihm angegebene Verhalten der Lebersubstanz in weiterem Maasse zu constatiren.

Es war dies sehr leicht; wurde der von Glycogen befreiten Lebersubstanz Speichel hinzugefügt, — es geschah dies meistens bei gewöhnlicher Temperatur, doch schien gelinde Erwärmung bis zu 30° C. die Fermentwirkung zu beschleunigen, so war nach kurzer Zeit (5—10 Minuten) Zucker gebildet, zu dessen Nachweis ich meistens die Trommer'sche Probe verwandte, während ich jedoch auch zu weiterer Bestätigung das Kalisacharat darstellte.

Anders verhielt sich dagegen die Glycogen-freie Lebersubstanz, wenn sie mit Säuren (verdünnte Chlorwasserstoff- und Schwefelsäure) gekocht

wurde; in diesem Falle nämlich erhielt ich, der Hensen'schen Angabe entgegen, keinen Zucker.

Unerwähnt darf ich jedoch nicht lassen, dass ich bei den ersten Prüfungen auf diesen Punkt auch durch Einwirkung von Säuren Zuckerbildung erhielt, gleichzeitig damit aber bekam ich aus der nach meiner Ansicht hinreichend extrahirten Lebersubstanz durch Behandlung mit Chlornatriumlösung einen Zucker bildenden Körper in Lösung, so dass ich schon glaubte, den in Frage stehenden gefunden zu haben, als ich darauf aufmerksam wurde, wie äusserst schwierig die letzten Reste des Glycogens zu entfernen sind.

Nachdem die zu einem Brei zerriebene Lebermasse circa eine Stunde lang mit einer grossen Quantität Wasser ausgekocht war, konnte ich dennoch, wenn ich die ausgepresste Lebermasse nur hinreichend lange, etwa 24—28 Stunden mit Wasser von gewöhnlicher Temperatur digerirte, Glycogen extrahiren. Erst wenn der Auszug vollkommen war, den ich ausserdem noch auf etwaigen Zuckergehalt prüfte, hielt ich mich für sicher alles Glycogen entfernt zu haben. Dann aber fand ich, dass der restirende Theil eben nur durch Speichelzusatz, welcher vor seiner Anwendung ebenfalls auf etwaigen Zuckergehalt geprüft war, Zucker bildete, nicht aber durch Einwirkung von Säuren.

Diesen Befund habe ich bei den Lebern vom Hund, Lamm, Kaninchen, Meerschwein und Frosch constatiren können; in bei weitem den meisten Fällen diente mir die Kaninchenleber zur Untersuchung.

Hervorheben muss ich hier, dass sich dies Verhalten nur auf solche Lebern bezieht, die Glycogen enthielten, Glycogen-freie, wie unter andern auch die von Hunden, die vorher zu physiologischen Operationen verwandt worden waren, zeigten keine Spur des fraglichen Körpers, woraus hervorgehen würde, dass derselbe unter ähnlichen Verhältnissen wie das Glycogen leichter in Zucker übergehe.

Nachdem nun soweit das Vorkommen eines in Wasser unlöslichen Zucker bildenden Körpers in der Leber constatirt war, musste die Darstellung desselben gefordert werden.

Um dazu zu gelangen wandte ich die verschiedensten Lösungsmittel auf die Glycogen-freie Lebersubstanz an. Dieselbe wurde mit Alkohol, Aether, verdünnter Essigsäure, kohlensaurem Kali kalt und warm behandelt; stets aber zeigte der Rückstand die Zucker bildende Kraft, während die Prüfung des Lösungsrückstandes ein negatives Resultat ergab. Es wurde die Zuckerprobe stets erst dann angewendet, nachdem der Rückstand hinreichend ausgewaschen, die Lösung vollkommen neutralisirt worden war, da saure und alkalische Reaction, wenn sie irgendwie erheblich sind, störend auf die Fermentwirkung des Speichels einwirken. Ferner wurde die Glycogen-freie Lebersubstanz der Einwirkung des Eisessigs ausgesetzt; sie quillt dabei sehr stark und es ist schwer die saure Reaction ganz wieder zu entfernen, doch glaube ich nach meinen Versuchen behaupten zu müssen, dass der fragliche Körper zerstört war, wenigstens gelang es mir weder im Rückstand noch in der Lösung eine Zuckerbildung hervorzurufen. Ein gleiches Resultat erhielt ich bei der Einwirkung von Aetz-Natron, Baryt und Ammoniak.

Zerstörend wirkten ferner noch:

Concentrirte Salpetersäure. Bei der Einwirkung derselben

auf die Lebersubstanz trat eine heftige Gasentwickelung unter starker Erhitzung auf, als deren Producte ich einerseits Kohlensäure, Untersalpetersäure und Ameisensäure nachweisen konnte, während der Rest in Lösung überging und eine gelbe Flüssigkeit bildete, die natürlich im ausgesprochendsten Maasse die Xanthoproteinsäure-Reaction gab.

Die Fäulniss und die Verdauung, letztere sehr bald nach Einleitung des Processes. In der Voraussetzung, dass der fragliche Körper vielleicht ein unlösliches Kohlenhydrat, ein etwa der Cellulose ähnlicher Körper sei, extrahirte ich die Lebersubstanz mit Kupferoxyd-Ammoniak.

Nach dem Zufügen von Chlorwasserstoff zu der Lösung schied sich in geringer Menge ein Körper aus, der mit Speichel versetzt keinen Zucker bildete, sich aber durch Einwirkung von Salpetersäure als Eiweiss zu erkennen gab. Ob im Rückstand der Zucker bildende Körper vorhanden bleibt ist schwer nachzuweisen, da sich die Lebermasse vollkommen mit dem Kupferoxyd-Ammonisk imprägnirt; vermuthlich wird derselbe auch hier schon durch das Ammoniak, wenngleich dasselbe hier nicht in der concentrirten Form einwirkte, zerstört. Schliesslich wurde die Lebersubstanz im Papinianischem Topfe gekocht, um zu erforschen, ob etwa der fragliche Körper bei höherer Temperatur in Lösung übergehe. Bei 130—140° C. wurde die Glycogen-freie Lebersubstanz $^1/_2$ Stunde lang gekocht und es zeigte sich jetzt im Wasserextract ein leicht zu constatirender Zuckergehalt, während die restirende Lebersubstanz auch noch das Vermögen besass durch Einwirkung von Speichel Zucker zu bilden.

Alle die oben angegebenen Versuche, den im Wasser unlöslichen Zucker bildenden Körper zu gewinnen, hatten mithin zu keinem Resultate geführt nur war durch sie zum Theil wenigstens ein weiterer Beweis für die wirkliche Existenz des Körpers gegeben.

Wir hatten oben gesehen, dass Aetzalkalien zerstörend auf denselben einwirken und ferner, dass er durch Kupferoxyd-Ammoniak nicht in Lösung überging; es sind dies zwei Thatsachen, welche besagen, dass eine Verwechslung mit etwa zurückgehaltenem löslichem Glycogen nicht vorliegen kann. Denn wir wissen, dass Aetzalkalien nicht zerstörend auf das Glycogen (die Reindarstellung desselben beruht ja nach der von Bernard ursprünglich angegebenen Methode auf längerem Kochen mit Kali) einwirken und dass es vom Kupferoxyd-Ammoniak aufgenommen wird und daraus durch Salzsäure fällbar ist.

Weiter hatte sich durch die Versuchsreihe ergeben, dass der Körper kein Fett oder fettähnlicher sei, denn nach hinreichend erscheinender Aether-Alkohol-Extraction war die Zucker bildende Eigenschaft der Lebersubstanz verblieben, während auch dem entsprechend der Rückstand des ätherisch-alkoholischen Extractes diese Eigenschaft nicht besass.

Es erhellt aus Obigem, dass es nicht grade ermuthigend sein konnte weitere Versuche in obiger Richtung anzustellen. Ich wandte mich desshalb jetzt dahin, wirklich chemische Einwirkungen auf die Lebersubstanz einzuleiten und zwar Oxydationen, um möglicherweise Producte zu erhalten, aus denen rückwärts Schlüsse auf den fraglichen Körper zu ziehen wären.

Um eine Oxydation hervorzurufen erschien es am einfachsten, zu versuchen die Lebersubstanz einer Chloreinwirkung auszusetzen, namentlich da ich gesehen, dass die Salpetersäure eine zu energische Wirkung verursachte, als dass aus den auftretenden Zersetzungsproducten Schlüsse zu ziehen waren.

Es würde nun zu dem Ende die Leber wie früher vom Glycogen vollständig befreit und die restirende Masse mit Chlorwasser übergossen und öfter damit geschüttelt. Da zeigte sich nun sehr bald die interessante Erscheinung, dass unter gleichzeitigem Bleichen der grau-braunen Lebermasse bis zum Weisswerden die überstehende Flüssigkeit sich milchig weiss färbte und opalescirte. Die natürlich sogleich in mir aufsteigende Vermuthung es sei Glycogen gebildet worden, fand sich bestätigt; denn nach dem Concentriren der Flüssigkeit durch Verdampfen auf dem Wasserbade, wobei dieselbe die Opalescenz verlor, wurde durch genügenden Alkoholzusatz ein weisser, flockiger Niederschlag erhalten, welcher mit Jod die bekannte Glycogenreaction gab und sowohl mit Säuren gekocht als mit Speichel versetzt Zucker bildete. Es war demnach unzweifelhaft, dass ich Glycogen vor mir hatte.

Dasselbe Resultat erhielt ich durch directes Einleiten von Chlorgas auf in Wasser suspendirte Lebersubstanz.

Dieselbe Lebermasse, welche die Resultate gegeben, veränderte sich bei der Einwirkung von Chlorwasserstoffsäure nicht, die überstehende Flüssigkeit blieb wasserklar; wodurch der Beweis geliefert sein dürfte, dass nicht etwa die bei der Einwirkung des Chlors sich bildende Salzsäure als Lösungsmittel auf eine etwa schwerer lösliche Modification des Glycogens gewirkt habe und damit gleichzeitig, dass letzteres wirklich Product der Oxydation sei.

Einen weiteren Beweis dafür liefert auch die Einwirkung von Wasserstoffhyperoxyd auf die Lebersubstanz, bei der ganz dasselbe Resultat wie bei der Chloreinwirkung erzielt wurde. Ich bereitete mir entweder Wasserstoffhyperoxyd durch Einleiten eines raschen Kohlensäurestroms in Wasser von 0^0 vertheiltes Baryumhyperoxyd und übergoss dann die Lebersubstanz mit der von kohlensaurem Baryt abgegossenen klaren Wasserstoffhyperoxyd-Lösung, oder ich vermischte die Lebersubstanz mit Baryumhyperoxyd und fügte alsdann verdünnte Salzsäure hinzu. In beiden Fällen erhielt ich dasselbe Resultat. Hier wie bei der Chloreinwirkung wurde die Bildung des Glycogens durch längere Einwirkung begünstigt, durch Erwärmen der Masse nicht, doch konnte ich stets nach mehrmaliger Wiederholung des Processes die Glycogenbildung erschöpfen. Die Menge des gebildeten Glycogens war eine wechselnde bei den verschiedenen Lebern; da es mir vorerst um wirkliche Constatirung des Vorliegenden ankam, habe ich es bis jetzt unterlassen quantitative Bestimmungen zu machen. Erwähnen will ich hier auch noch, dass nach Aufhören der Glycogenbildung der gebliebene Rückstand bei der Einwirkung von Speichel keine Zucker bildende Kraft mehr zeigte.

Die Glycogenbildung durch Oxydation des unlöslichen Leberrestes habe ich an grösserer Zahl von Lebern (10—15), welche von Kaninchen und Meerschweinchen entnommen waren, constatiren können.

Die Bildung wurde nicht dadurch aufgehoben, dass ich die Fette der Lebermasse entfernte und ebenso machte ich entsprechend den oben ange-

gebenen Versuchen in Bezug auf die Speichelwirkung die Erfahrung, dass die Leber vorher nicht gefütterter Thiere, wie die von Hunden, welche durch Operationen gelitten hatten und kein Glycogen enthielten, auch durch Oxydation keins bildeten.

In besonders reichlicher Menge bildete es sich aus Lebern von solchen Thieren, die vorher gut gefüttert waren und aus denen dennoch durch einfaches Auskochen keins oder doch nur Spuren von Glycogen zu extrahiren waren.

Noch augenblicklich liegt mir ein solcher Fall von den Lebern 3er Meerschweinchen vor, welche um ein wirksames Pankreasinfus zu erhalten gut gefüttert waren, augenblicklich nach dem Nackenstich den Thieren entnommen wurden. Das Wasserextract blieb nach mehrfachem Auskochen klar, während die restirende Lebersubstanz durch Einwirkung von Chlor eine stark milchige Flüssigkeit lieferte. Warum selbst nach guter Fütterung das Glycogen in den Lebern fehlt ist bis jetzt nicht zu verstehen; das Verhalten gegen oxydirende Körper spricht dafür, dass das Glycogen in der Leber erst stufenweise entstehe und unter bestimmten nicht bekannten Verhältnissen zuweilen mehr zuweilen weniger ausgebildet in der Leber vorkomme.

Erwähnen will ich auch hier noch wieder, dass auch bei dieser zweiten Reihe von Lebern diejenigen, welche lösliches Glycogen enthielten, ebenfalls schwer vollständig davon zu befreien waren.

Im Anschluss an die eben ausgesprochene Ansicht dürfte die Vermuthung nicht ganz unberechtigt erscheinen, dass sich in der aus dem Organismus entfernten Leber noch Glycogen erzeuge. —

Es erübrigte jetzt noch zu erforschen, welche andren Producte sich bei der Oxydation gebildet hatten. Zu dem Ende wurde nun in der Voraussetzung, dass das Product in Lösung übergegangen sei, die vom Glycogen-Niederschlag abfiltrirte alkoholisch-wässrige Flüssigkeit, welche von der bei der Einwirkung des Chlors gebildeten Salzsäure sauer reagirte, auf dem Wasserbade eingedampft.

Nach hinreichender Concentration schied sich nach dem Stehen über Schwefelsäure eine crystallinische Masse (dendritische Formen) ab. Dieselbe verkohlte unter Aufblähen beim Erhitzen auf dem Platinblech [1]); beim Verbrennen mit Natron-Kalk entwich Ammoniak, dieselbe war mithin Stickstoffhaltig, — sie war unlöslich in absolutem Alkohol, leicht löslich in Wasser.

Um den Körper einer eingehendern Prüfung, namentlich auch der Elementaranalyse zu unterwerfen, die hier wohl allein zu Resultaten führen könnte, war die Menge desselben zu gering. Um eine hinreichende Quantität gewinnen zu können, wäre ein grosses Material erforderlich, welches mir augenblicklich nicht zu Gebote steht.

Fragen wir nun, welches sind die Resultate, die wir aus Obigem zu ziehen berechtigt sind, so dürfte sich einmal ergeben 1. dass ein in

1) Als Rückstand zeigten sich ferner Spuren eines anorganischen Körpers, vermuthlich durch die gebildete HCl in Lösung übergegangene anorganische Bestandtheile der Leber.

Wasser unlöslicher und überall schwer löslicher Körper in der Leber existirt, welcher durch Fermentwirkung im Stande ist Zucker zu bilden.

Durch die Einwirkung oxydirender Körper auf die Lebersubstanz und das dadurch bedingte Auftreten des Glycogens scheint es ferner 2. erwiesen, dass sich eine amylogene Substanz in der Leber vorfindet.

Dieses auf 1. bezogen könnte man vielleicht berechtigt sein so zu deuten, dass durch die Fermentwirkung die Mittelstufe zwischen amylogener Substanz und Zucker das Glycogen nicht in die Erscheinung trete.

Wir müssten dabei allerdings dem Speichelsecrete neben der eigentlichen Fermentwirkung der Zuckerbildung noch eine rein chemische Thätigkeit zuerkennen, welche aber a priori auch nicht zu leugnen sein dürfte, namentlich da wir ein Analogon dafür bereits im Secrete der Pankreasdrüse haben. Aus Oben Angegebenem erhellt übrigens auch, dass die künstliche Bildung des Glycogens keine so sehr eingreifende chemische Processe verlangt.

Fragen wir uns weiter, welcher Natur dieser amylogene Körper sei, so dürfte weiter zu schliessen sein derselbe sei ein stickstoffhaltiger, ein Eiweiss oder wenigstens dem nahestehender Körper.

Dafür spricht einmal der Stickstoffgehalt der auftretenden Zersetzungsproducte und ferner die vorhergegangene Entfernung aller andern Körper aus der Leber, wenigstens insoweit als uns überall die Leberbestandtheile bekannt sind.

Das Glycogen und die Extractivstoffe waren durch Wasserextraction, die Fette oder fettähnlichen Körper durch Aether und Alkohol entfernt; es blieben nur Eiweisskörper, vielleicht etwas Collagen, doch dürfte das letztere oder ein dem ähnlicher Körper, etwa Chondrin, auch auszuschliessen sein da Chlor dasselbe niederschlägt und überdies zu erwarten steht, dass beim Kochen bei 120° C., nach welchem sich die Chloreinwirkung unverändert zeigte, dasselbe auch in die Lösung übergegangen sei.

Wie schon erwähnt konnte man daran denken eine unlösliche Modification des Glycogen vor sich zu haben, etwa im Verhältniss der Nägeli'schen Cellulose zur Granulose, namentlich da von Schiff[1]) behauptet worden ist, dass das Glycogen in den Leberzellen in Form kleiner Körnchen[2]) abgelagert sei und dem Inulin verwandt wäre. Dagegen spricht aber die Unlöslichkeit des Körpers, denn die vollständig unlöslichen Modificationen der Cellulose (Para-cellulose etc.) im thierischen Organismus anzunehmen ist doch wohl nicht thunlich, sowie ferner der negative Erfolg in Betreff der Zuckerbildung bei Behandlung mit Säuren.

Es bleiben also nur die Eiweisskörper als Factoren für die Glycogenbildung.

---

1) U. A. Comptes rend. 1859, p. 880.

2) Mir ist es nicht gelungen solche Körner nachzuweisen. An von Glycogen weissgefärbten Lebern des Rana esculenta konnte ich an frischen (gefrornen) und erhärteten (durch Alkohol) Querschnitten bei 960maliger Vergrösserung (Hartnack, System. Immersion 9) nach Zufügen von Jod nur eine gleichmässige Bräunung des Leberzelleninhalts gewahr werden.

Damit wäre auf chemischem Wege eine beträchtliche Stütze für die Ansicht gewonnen, dass das Glycogen im lebenden Organismus aus Eiweisskörpern entstehe, eine Ansicht, die durch das physiologische Experiment bereits seit Claude Bernard's Untersuchungen auf diesen Punkt hin vollkommen berechtigt erscheinen musste und die durch andre Anschauungen wie die, dass das Glycogen nur in der Leber abgelagertes Dextrin sei (Sanson), oder aus Fett und Glycerin entstehe (van Deen), sowie endlich die namentlich neuerdings geltend gemachte, das Glycogen entstehe aus dem Organismus zugeführten Kohlenhydraten (Pavy, M'Donnels, Tscherinoff), nicht hat erschüttert werden können.

Namentlich hat jüngst Meissner [1]) darauf hingewiesen, dass die Resultate, welche die letztgenannten Autoren bei der Fütterung von Kohlenhydraten erhielten, nicht ohne weiteres zu der Schlussfolgerung führten das Glycogen entstehe aus Kohlenhydraten; man könne ebenso gut annehmen, dass dieselben eine Ersparung respective Anhäufung des Leberamylums bedingten.

Es ist dies eine Anschauung, welche auch Panum [2]) vertritt, welcher Forscher ausserdem mit Recht sagt, dass nur die Bildung des Glycogens aus Eiweissstoffen als bewiesen zu betrachten sei, da dieselbe auch bei ausschliesslicher Fütterung mit diesen Stoffen auftrete.

Meissner sucht l. c. in geistreicher Weise die Anschauung durchzuführen, dass der Harnstoff resp. die Harnsäure aus eiweissartiger Substanz, Haematoglobulin, entstehe und zwar in der Leber unter gleichzeitiger Bildung des Leberamylum. Er führt an, dass auch schon Heinsius den Gedanken ausgesprochen, es möchte bei der Bildung des Leberamylum aus Eiweissstoffen zugleich Harnstoff oder Mutterstoffe derselben entstehen. Ich sehe, dass etwas dem Aehnliches schon von Frerichs [3]) angedeutet ist. Frerichs sagt: „Harnstoff und Zucker, welche beide in der Leber zusammentreffen, enthalten die Elemente von Leimzucker.“ Es war daher natürlich, dass ich meine Aufmerksamkeit auch in dieser Beziehung auf das bei der Chloreinwirkung entstehende Zersetzungsproduct richtete. Wie schon oben angegeben war die erhaltene Menge zu gering, um eingehendere Prüfungen anzustellen, dass aber die Substanz Harnstoff sei, dagegen sprach schon die Unlöslichkeit in Alkohol (gegen Harnsäure die Leichtlöslichkeit in Wasser), auch verwandte Körper wie Xanthin, Hypoxanthin schienen nicht vorzuliegen, wenigstens konnte ich die bekannte Reaction (Rothfärbung) dieser Körper, welche durch Behandlung mit Salpetersäure und Aetzkali eintritt, nicht erhalten. Dieses Alles würde jedoch nicht ausschliessen, dass dennoch eine Vorstufe des Harnstoffs sich bilde; weitere Untersuchungen haben darüber zu entscheiden. Meissner hat versucht l. c. künstlich aus Haematoglobulin Harnstoff zu erzeugen, es ist ihm das nicht geglückt. Ich versuchte durch Chloreinwirkung auf Blut, namentlich auch auf Leberblut Glycogen

---

1) Meissner: Beiträge zur Kenntniss des Stoffwechsels im thierischen Organismus. Zeitschrift für rationelle Medicin 1868, pag. 272 u. f.

2) Panum: On Glykogenets forekomst etc. Ugeskrift for Leeger 3 die Rokk. 1. Bind, pag. 22.

3) Wagner: Handwörterbuch d. Physiologie, Artikel Verdauung. Bd. 3. 1. pag. 831.

zu erzeugen, auch dies gelang mir nicht; doch sind meine Versuche bis jetzt nicht so eingehender Natur gewesen als dass es mir zustände, darüber ein endgültiges Urtheil zu fällen.

Es erscheint aber auch wahrscheinlich, dass erst in der Leber selbst, in der nach Lehmann's bekannten Untersuchungen ein beträchtlicher Theil des Bluteiweisses verbraucht wird, aus dem Blute ein Körper gebildet werde, aus dem wieder Glycogen und vielleicht Harnstoff entstehe; für diese Anschauung spricht wenigstens der positive Befund der Glycogenbildung aus der Lebersubstanz durch Einwirkung oxydirender Substanzen.

Wenn ich jetzt schon das Obige, unfertig wie es ist, der Oeffentlichkeit übergebe, so hat dies seinen Grund darin, dass ich nicht gut einsehe, auf welche Weise der durchaus nothwendigen Forderung der Darstellung des Glycogens bildenden Körpers Genüge geleistet werden kann, ferner aber in der Hoffnung, dass vielleicht Andre glücklicher darin sein werden wie ich.

Was die übrigen Forderungen, die nähere Kenntniss der auftretenden Nebenproducte, sowie etwaige quantitative Bestimmungen des künstlich erzeugten Glycogens betrifft, so hoffe ich dieselben nachholen zu können, sowie mir genügendes Material zu Gebote stehen wird.
